

# RIJKSDIENST VOOR ONDERNEMEND NEDERLAND

REGELING NATIONALE EZ-SUBSIDIES

## DIMMER – DECARBONIZING THE INDUSTRY IN MOERDIJK BY MANAGING EMISSIONS REGIONALLY

RVO-REFERENTIE – TESN121053



### PUBLIC

HET PROJECT IS UITGEVOERD MET SUBSIDIE VAN HET MINISTERIE VAN ECONOMISCHE ZAKEN EN NATIONALE REGELINGEN EZ-SUBSIDIES, TOPSECTOR ENERGIE UITGEVOERD DOOR RIJKSDIENST VOOR ONDERNEMEND NEDERLAND.

<b>Deliverable Title</b>	Public summary	
<b>Written by</b>	Roberta Figueiredo, Annemiek Govaart, Jasper Ros, Haije Stigter, Rene de Schutter	
<b>Reviewed by</b>	Juliana Monteiro, Peter van Os	
<b>Issue date</b>	June 2023	

# 1 Inleiding

Industriële clusters in Europa vertegenwoordigen 20% van de Europese emissies en zijn essentieel voor decarbonisatie en het bereiken van negatieve emissies [1]. CO<sub>2</sub>-afvang en -opslag (CCS) is een van de technologieën die kunnen worden gebruikt om dit doel te bereiken. Meestal bestaan clusters uit enkele grootschalige industriële bedrijven, maar ook uit kleinere bedrijven – en voor die bedrijven kan het afvangen van CO<sub>2</sub> economisch onhaalbaar worden. Doorgaans onderzoeken industriële spelers binnen clusters CO<sub>2</sub>-afvang individueel, terwijl mogelijkheden voor transport en opslag integraal worden onderzocht. De mogelijkheid om strategieën voor CO<sub>2</sub>-afvang te integreren wordt normaal gesproken niet onderzocht, maar zou kunnen leiden tot algehele kostenverlaging waardoor het afvangen van CO<sub>2</sub> aantrekkelijker wordt. In deze context heeft de Moerdijk Cluster in Nederland de integratie onderzocht van CO<sub>2</sub> in een gezamenlijk beheerd netwerk als onderdeel van het project DIMMER (Decarbonizing the Industry in Moerdijk by Managing Emissions Regionally, Projectnummer TESN121053). De bij dit project betrokken partners zijn: Ardagh Glass Moerdijk, Attero B.V. (AZN), ATM B.V., Bilfinger Tebodin, Carbon Collectors B.V., Port of Moerdijk, PreZero Energy Roosendaal, RWE Generation NL B.V., Stolthaven Moerdijk B.V. en TNO.

## 1.1 The DIMMER project

Het DIMMER-project was een haalbaarheidsstudie. Zoals vermeld, is het grootste deel van de ontwikkeling in de CCS-netwerken op clusterniveau gericht op een individuele bedrijfsstrategie voor CO<sub>2</sub>-afvang, in tegenstelling tot een geïntegreerde bedrijfsbenadering die in DIMMER wordt voorgesteld.

Met een individuele strategie begint de integratie pas wanneer er een geconditioneerd, zeer zuiver CO<sub>2</sub>-product beschikbaar is uit meerdere bronnen, dat kan worden verzameld door een CO<sub>2</sub>-pijpleidingnetwerk voor transport naar een geologische opslaglocatie (bijv. Porthos). Het probleem met deze aanpak is dat het de neiging heeft om kleinschalige uitstoters van CO<sub>2</sub> uit te sluiten doordat de kosten voor afvang voor deze bedrijven simpelweg te hoog zijn vanwege de kleine schaal. Grote uitstoters kunnen CO<sub>2</sub> tegen een lagere prijs afvangen en kunnen natuurlijk hogere CO<sub>2</sub>-volumes aanbieden, waardoor ze een bevoorrechte positie hebben om contracten te onderhandelen met de entiteiten die het CO<sub>2</sub>-inzamelingsnetwerk beheren. Dit leidt tot een situatie waarin een aanzienlijk deel van de emissies, dus de som van alle emissies van kleinschalige bedrijven niet kan worden aangesloten op de CCS-infrastructuur. Deze restemissies zouden in de toekomst moeten worden vermeden om de emissiebeperkingsdoelstellingen voor 2030 en 2050 te halen, mogelijk door fossiele brandstoffen te vervangen door waterstof of elektrificatie of gecompenseerd door CO<sub>2</sub> verwijderingstechnologieën zoals 'direct air capture'. Het is belangrijk om op te merken dat als de bedrijven zich niet houden aan de vastgestelde emissielimieten, ze in de toekomst ook hun rechten om te opereren kunnen verliezen.

Het doel van DIMMER was om een CCS-clusterontwerp te ontwikkelen, door een holistische aanpak, die de route van bron naar put dekt, terwijl tegelijkertijd strategieën voor CO<sub>2</sub>-afvang tussen bedrijven worden voorgesteld. Dit zou de kosten van CO<sub>2</sub>-afvang bij bedrijven verminderen, de kosten voor iedereen verlagen en de mogelijkheid bieden om via CCS meer emissies te vermijden. CO<sub>2</sub>-afvanginstallaties na verbranding zijn typisch ontworpen met 1 absorberkolom en 1 stripperkolom. Een uitbreiding van dit concept naar integratie tussen bedrijven brengt extra uitdagingen met zich mee, zowel technisch als niet-technisch.

Technische uitdagingen kunnen bijvoorbeeld zijn hoe de verschillende stappen voor het conditioneren van rookgassen, solvents en CO<sub>2</sub> moeten worden geïntegreerd. Bij het overwegen van de integratie van absorbers zou de verblijftijd van het solvent in opslagtanks en relatief lange pijpleidingen (die meerdere bronnen verbinden met een gecentraliseerde strippkolom) het degradatieprofiel van het solvent op onbekende manieren veranderen, wat mogelijk de CO<sub>2</sub>-kwaliteit met betrekking tot het zuurstofgehalte aantast. een kritieke parameter voor CO<sub>2</sub> opslag.

Niet-technische uitdagingen kunnen commerciële aard zijn, met betrekking tot wie verantwoordelijk is voor het behoud van de kwaliteit van het solvent, aangezien onzuiverheden van de verschillende solvent stromen, van verschillende fabrieken, een impact zullen hebben op de overall eigenschappen. Andere aspecten van de niet-technische uitdagingen zijn regelgeving, vergunningsprocedures en publieke acceptatie.

De werkzaamheden binnen DIMMER waren onderverdeeld in 6 technische werkpakketten (WP's). WP1 leverde een gedetailleerde kartering op van de puntbronnen in het Moerdijkcluster met gegevens over de verschillende CO<sub>2</sub>-emissiepunten van de projectdeelnemers. WP2 stelde individuele en geïntegreerde CO<sub>2</sub>-afvangstrategieën voor, waarbij verschillende niveaus van integratie werden bestudeerd met behulp van gegevens uit WP1. De focus van WP2 was om zoveel mogelijk CO<sub>2</sub> af te vangen door zoveel mogelijk puntbronnen op te nemen. In WP3 werden de transport- en opslagconcepten voorgesteld: lokaal transport van CO<sub>2</sub> kan zowel in een lokale pijplijn voor CO<sub>2</sub>-opvang (samengeperst gas) als per vrachtwagen (vloeistof) en/of een combinatie van deze benaderingen. Het transport van het verzamelde CO<sub>2</sub> naar geologische opslag locaties kan worden gedaan door binnenvaartschepen (vloeistof), door pijpleidingen (vloeistof of gas) of een combinatie van beide. In WP4 werden techno-economische evaluaties uitgevoerd voor geselecteerde full-scale CCS-netwerken, gebaseerd op de resultaten van de vorige werkpakketten. WP5 stelde een roadmap voor richting 2050 beschouwde de niet-technische (financiële, juridische, maatschappelijke) aspecten en mogelijke risico's en kansen voor de implementatie van het voorgestelde CCS-netwerk. In WP6 werd een pilot plant ontworpen met als doel de in WP2 geïdentificeerde kennislacunes te dichten.

De resultaten toonden aan dat de geïntegreerde afvangcyclus en de geïntegreerde conditioneringsinstallatie de totale kosten met respectievelijk 8,9% en 7,1% zouden verlagen. Dit is voornamelijk te danken aan de lagere kapitaalinvesteringen van deze strategie waarbij de CAPEX-kosten op jaarbasis werden verlaagd met respectievelijk 15,5% en 9,6%. In beide gevallen was dit het gevolg van lagere kosten voor compressoren en door de geïntegreerde afvangcyclus zijn er extra kostenbesparingen in apparatuur zoals warmtewisselaars en pompen. Hieruit blijkt wel dat, indien er een centraal transportknooppunt bij Moerdijk zou komen, de operationele druk van de lokale infrastructuur geoptimaliseerd dient te worden. Overwogen moet worden om deze lokale infrastructuur op lage druk te laten draaien en dus het grootste deel van de compressiestap op een centrale locatie uit te voeren. De verschillende integratiestrategieën leidden niet tot een significante vermindering van het stoomverbruik en leidde daardoor niet tot significante besparingen op het gebied van energie-efficiëntie.

De techno-economische analyse toonde aan dat vervoer via schepen met CO<sub>2</sub> onder druk de laagste totale transport- en opslagkosten zou hebben. Cryogeen transport is aanzienlijk kapitaalintensiever vanwege de grote opslagterminal die nodig is met 20 barg tussen de verschillende transporten. Het verschil tussen 'pressurised shipping' en superkritisch transport per pijpleiding zit hem in de tarieven voor transport en opslag. De onzekerheid in de kostenschattting overlapt echter aanzienlijk met het verschil in totale kosten en kostenfactoren kunnen verschillend zijn voor de verschillende transportmethoden. Bovendien kunnen voor het superkritisch transport per pijpleiding mogelijk kostenbesparingen in de opslagtarieven worden gerealiseerd, aangezien op dit moment gasvormig CO<sub>2</sub> als input wordt beschouwd in plaats van superkritisch CO<sub>2</sub>. De kosten zouden dus misschien kunnen worden verlaagd, aangezien compressie van gasvormige naar superkritische toestand niet langer nodig is. Daarom zou een meer gedetailleerde analyse van de tarieven nodig zijn om conclusies te kunnen trekken over de beste transportmethode. Bij deze analyse horen ook andere criteria zoals vergunning, fasering, implementatie en CO<sub>2</sub>-footprint.

Wat betreft de maatschappelijke acceptatie zijn er verschillende meningen over de technologie van CO<sub>2</sub> Afvang en Opslag (CCS). Hoewel de overheid en de politiek over het algemeen positief zijn over deze ontwikkeling, heerst er een negatief maatschappelijk sentiment over deze technologie. Daarnaast zijn veel milieuorganisaties tegen grootschalige investeringen in CCS. De toepassing van CCS is daarom vaak onderwerp van een gepolariseerd maatschappelijk debat, waardoor een genuanceerd en rationeel verhaal vaak lastig te 'verkopen' is. Daarom is een actieve en gesegmenteerde communicatie- en stakeholderbenadering nodig om het nodige draagvlak te creëren. Een aanpak op basis van gedetailleerde stakeholder- (en issues-) analyse met bijbehorende kernboodschappen en kennisverspreiding voor optimale impact en acceptatie dient geïmplementeerd te worden.

Daarnaast kunnen vergunningsprocedures een extra beperking vormen voor het project vanwege de verschillende betrokken juridische entiteiten, de duur en het gebrek aan noodzakelijke informatie.

## 1.2 Beyond DIMMER

Als haalbaarheidsstudie gaat het DIMMER-project vooraf aan mogelijke pilot-/demonstratieprojecten als voorbereiding op de implementatie van een CCS-netwerk in het Moerdijk-cluster. Een vervolgproject om de in DIMMER voorgestelde innovatieve CO<sub>2</sub>-afvangstrategie te demonstreren met behulp van conventionele op amine gebaseerde solvents zou gebruik maken van de pilot plant die binnen DIMMER is ontworpen. De innovatie is gebaseerd op de integratie van de CO<sub>2</sub>-afvanginstallaties van meerdere industriële bronnen, met als doel de algehele kosten voor het verminderen van de CO<sub>2</sub> uitstoot te verlagen en de afvangpercentages te maximaliseren.

Op basis van de DIMMER en eventuele vervolgprojecten zullen, als de industriële partners van het project positief zijn over het nemen van verdere stappen, meer gedetailleerde kostenramingen moeten volgen. Dit kan worden bereikt door een FEED-studie uit te voeren. Zodra er meer zekerheid is over de kosten en er een financiële strategie is bepaald, zullen het Havenbedrijf Moerdijk en de bedrijven die besluiten de stap te zetten naar full scale CCS in onderhandeling gaan met de overheid om financiering aan te vragen. Parallel aan de vervolgpilot zal Havenbedrijf Moerdijk (ondersteund door TNO) het voortouw moeten nemen bij het initiëren van een onderzoek ter verdieping van het in DIMMER gestarte onderzoek naar aspecten als maatschappelijke acceptatie, financiering, milieuregelgeving etc. Deze strategie zou ook kunnen worden gebruikt in andere industriële clusters, zowel in Nederland (bijv. Eemshaven, Delfzijl) als wereldwijd.

## 2 References

[1] Written by Kristen Panerali, H. of E. (n.d.). Industrial clusters are critical to getting to net-zero. World Economic Forum. Retrieved December 7, 2021, from <https://www.weforum.org/agenda/2020/10/industrial-clusters-can-be-a-key-lever-for-decarbonization-heres-why/>.

## 3 Acknowledgements

This work with reference TSN121053 has been funded by the Ministerie van Economische Zaken en Klimaat.